



## ACÇÃO ANTRÓPICA SOBRE AS ESCALAS TEMPORAIS DOS FENÔMENOS GEOMORFOLÓGICOS

**Archimedes Perez Filho**

*Prof. Titular - Deptº de Geografia – IG/UNICAMP; R. João Pandiá Calógeras, 51. Unicamp – Campinas/SP - CEP - 13083-870. - Tel: (19) 3521-4567 - e-mail: archi@ige.unicamp.br*

**Cristiano Capellani Quaresma**

*Doutorando – Programa de Pós-graduação em Geografia – IG/UNICAMP; R. João Pandiá Calógeras, 51. Unicamp – Campinas/SP. CEP - 13.083-870. - Tel: (19) 3521-4653 - e-mail: cristiano.quaresma@ige.unicamp.br*

---

### Resumo

Formas e processos da superfície terrestre possuem manifestação espacial e temporal. Com relação ao tempo, definimos no presente artigo pelo menos quatro escalas de importância na compreensão do objeto de estudo da geomorfologia, a saber: tempo da natureza, histórico do homem, presente e futuro. A verificação da reativação da rede de drenagem e intensificação de processos erosivos relacionados às alterações no nível de base local, devido à construção de represas de usinas hidrelétricas, bem como do fenômeno de desertificação antrópica, ocasionado pela remoção da cobertura vegetal natural em áreas de Neossolos Quartzarênicos são indicadores da capacidade do sistema antrópico de influenciar processos geomorfológicos, impondo-lhes ritmos diferentes, com conseqüente alteração de suas escalas temporais de ocorrência. Deste modo, comprova-se que processos e formas que se manifestariam na escala de tempo geológico, passam a ocorrer nas escalas do tempo histórico do homem e presente, evidenciando que as formas variadas, rápidas e agressivas com que o homem tem interferido na dinâmica natural da Terra resultam em processos geomorfológicos com gênese antrópica.

**Palavras-chave:** Processos geomorfológicos; escalas temporais; ação antrópica.

### Abstract

Terrestrial surface's shapes and processes have spatial and temporal manifestation. With regard to the time, we define in the present article at least four scales of importance in the understanding of the object of study of geomorphology: time of the nature, historical of the man, present and future. Drainage network reactivation and the intensification of erosion processes, related with changes in the level of local base, due to hydro-electric power station's dams; the phenomenon of anthropic desertification, produced by the retreat of the natural vegetation in areas of sandy soils are both indicators of the anthropic system's capability to influence geomorphological processes, imposing different rhythms to them, and changing its time scales of occurrence. Therefore it is possible to affirm that processes and shapes that would happen in the scale of natural time, begin to occur in the man's historical time scale and in the present time scale. In this way, we can say that the man's interferences in Earth natural dynamics result in geomorphological processes with anthropic genesis.

**Keywords:** Geomorphological processes; temporal scales; anthropic action.

## Escalas temporais dos fenômenos da natureza e do homem

As novas formas de uso e ocupação por parte do sistema antrópico têm ampliado a necessidade de sua inclusão nos estudos geomorfológicos, como elemento/subsistema gerador, transformador e acelerador dos processos naturais.

Sabe-se que a geomorfologia pode ser definida como a ciência responsável pelo estudo dos processos e das subsequentes formas da superfície terrestre.

Formas e processos possuem representação em um determinado tipo de escala espacial e temporal. Elementos que se manifestam em determinada escala podem apresentar pouca ou nenhuma representatividade em escalas maiores de tempo e de espaço (QUARESMA, 2008). Tal fato se deve, dentre outras coisas, ao aninhamento hierárquico, característica fundamental de um dado sistema.

Com relação às manifestações temporais dos fenômenos da natureza e do homem podemos definir pelo menos quatro escalas:

A primeira trata-se da escala do tempo futuro, referente aos eventos que poderão se tornar realidade. Nas análises e estudos geomorfológicos, tratam-se das previsões científicas de eventos, fenômenos, processos e formas que poderão ocorrer, por meio de geração de modelos normativos, cenários, simulações, dentre outros.

Chorley *et al.* (1974) definem modelo como uma estruturação simplificada da realidade, que, por ser complexa, necessita de instrumentos que permitam apresentar de forma generalizada suas características e relações.

O processo de elaboração de um modelo representativo da realidade recai sobre a subjetividade, uma vez que se torna necessário abstrair do real parte dos elementos e processos observáveis.

Assim, o modelo difere da realidade, uma vez que sua confecção exige certo grau de seletividade dos elementos e atributos componentes do real. Tal simplificação se justifica pela incapacidade humana em apreender e compreender a totalidade absoluta.

Diante disso, pelo menos dois fatores devem ser considerados no processo de elaboração e/ou adoção de modelos.

O primeiro deles trata-se da conscientização do pesquisador de que modelos necessitam ser constantemente revistos diante de novas descobertas e de novas possibilidades técnicas.

O segundo fator diz respeito aos cuidados referentes às generalizações. Os processos e as formas existentes na superfície terrestre são complexos e lhe são próprios. Desta forma, modelos aplicados em determinados níveis escalares de tempo e de espaço devem ser tomados com

cuidado ao se realizarem extrapolações para outros níveis. Tal fato se deve à presença de elementos, atributos e relações distintos daqueles abarcados pelo modelo, pois podem invalidá-lo ou produzir visão distorcida da realidade analisada.

A segunda escala temporal refere-se ao tempo da natureza. Os elementos naturais estão inter-relacionados, sendo que seus processos e formas se manifestam em uma escala de tempo que lhe é própria. Como exemplo, podemos mencionar o trabalho de William Morris Davis, que ao procurar sistematizar as fases de evolução do relevo em termos de juventude, maturidade e senilidade, projeta a sua Teoria do Ciclo Geográfico, também conhecida como Ciclo de Erosão ou ainda Ciclo Geomorfológico, para período de tempo entre 20 e 200 milhões de anos.

A terceira trata-se da escala do tempo histórico do homem. Tal escala se inicia com a presença humana, não do pré-histórico nômade e coletor, mas a partir do surgimento das grandes civilizações, quando, por meio do uso das técnicas, o homem torna-se capaz de alterar, de forma significativa, elementos e fenômenos pertencentes ao sistema físico/natural em uma tentativa de reduzir seus obstáculos e de controlá-los.

A escala do tempo histórico do homem surge em um momento avançado da escala de tempo da natureza e constitui um período de tempo mínimo em relação à extensão desta.

Tais escalas não devem ser concebidas de maneira estanque e linear, ou seja, não se deve pensar que no momento em que uma termina, a outra começa. Há coexistência temporal de tais escalas a partir do surgimento da escala do tempo histórico do homem.

A quarta trata-se da escala do tempo presente, que se caracteriza pelo fato do sistema antrópico, nas últimas décadas (em especial no pós Segunda Guerra e mais precisamente no pós década de 70 do século XX) ter atingido grande desenvolvimento tecnológico.

Este período equivale ao que Richta (1968) e posteriormente Santos (2002) apontaram como aquele que se distingue de seus antecessores pela profunda inter-relação da ciência, da técnica e da informação, que permitiu ao mercado tornar-se global.

No entanto, não se deve considerar o ambiente como produção artificial do homem. Por mais que o uso e a ocupação das terras se processem sob uma lógica cada vez mais ligada ao mercado e haja adensamento de objetos técnicos tanto no campo quanto nas cidades, não se deve concluir que a natureza deixou de existir, ou que a mesma não seja também responsável por processos de formação de organizações espaciais, ou ainda, que não seja capaz de influenciar a estruturação, a dinâmica e o funcionamento dos sistemas antrópicos.

A afirmação de que “a natureza deixou de ser uma parte significativa do nosso meio ambiente” (GELLNER, 1989 apud SANTOS, 2002) demonstra o descaso com que o homem tem tratado a mesma, desconsiderando seus processos e funcionamento, o que reflete a lógica com que tem se processado o uso e a ocupação das terras a partir da segunda metade do século passado.

A escala do tempo presente trata, então, do período em que o sistema antrópico passa a possuir condições de interferir e de transformar os processos físico/naturais com grande intensidade. Também é neste período que surge a necessidade cada vez maior de se conhecer os elementos, atributos, inter-relações e funcionamentos dos sistemas físico/naturais, para que o processo de uso e ocupação das terras não seja guiado exclusivamente pela lógica economicista e de mercado, mas sim a partir do conhecimento dos geossistemas, a fim de que maior equilíbrio na relação homem/natureza seja atingido.

Apesar do desenvolvimento tecnológico alcançado pelo homem, tornando-o capaz de alterar e controlar parte dos elementos e fenômenos pertencentes à natureza, esta, uma vez que constitui um sistema complexo, está distante de ser plenamente conhecida, quanto menos controlada. Assim, apesar da existência do tempo da ação humana (escalas de tempo histórico do homem e presente), há o tempo natural (escala de tempo da

natureza), que coexistem no processo de criação das organizações espaciais - formas e dinâmicas existentes na superfície terrestre.

O sistema antrópico é, portanto, capaz de influenciar parte dos sistemas físico/naturais, impondo-lhes ritmos diferentes e acelerando processos com consequente alteração de suas escalas de tempo de ocorrência. (QUARESMA e PEREZ FILHO, 2006)

Assim, processos e formas que se manifestariam na escala do tempo da natureza, passam a ocorrer nas escalas do tempo histórico e presente. Por isso, alguns pesquisadores, ao observarem as formas com que o homem tem interferido na dinâmica natural da Terra, defendem a ideia de, no tempo presente, ocorrerem processos geomorfológicos com gênese antrópica.

### Alterações na escala temporal dos eventos naturais provocadas pela ação antrópica em bacias hidrográficas

Tomemos como exemplo o baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, afluente do Rio Paraná, localizado no Noroeste do Estado de São Paulo, Planalto Ocidental Paulista, com área de 1.052km<sup>2</sup>, estudado por Rodrigues (2007), sob orientação de Archimedes Perez Filho (Figura 1).

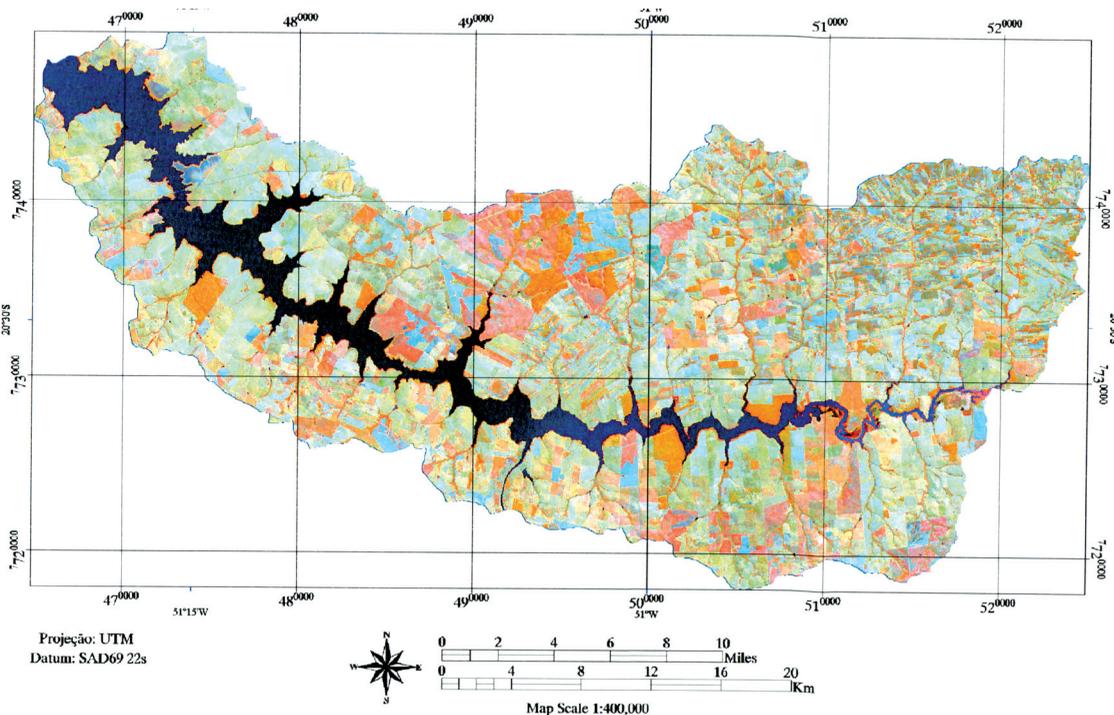


Figura 1 - Baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados. (RODRIGUES, 2007)

A cobertura vegetal primitiva predominante na bacia constituía-se de Floresta Latifoliada Tropical, associada a solos férteis, de estrutura média a argilosa. Além disso, em menor escala, havia ocorrência de vegetação de Cerrado e Cerradão.

O sistema antrópico, pelo uso e ocupação das terras, principalmente com a cafeicultura e a pecuária extensiva, transformou o sistema físico/natural pré-existente

em uma organização espacial expressa pela paisagem agropecuária.

Por meio da utilização de imagens orbitais e trabalhos de campo realizados na área de estudo foram identificados processos erosivos, incremento no número e no comprimento de canais fluviais de primeira ordem e formação de sulcos, ravinas e voçorocas, recuo de cabeceiras, abatimentos e capturas fluviais (Figura 2).

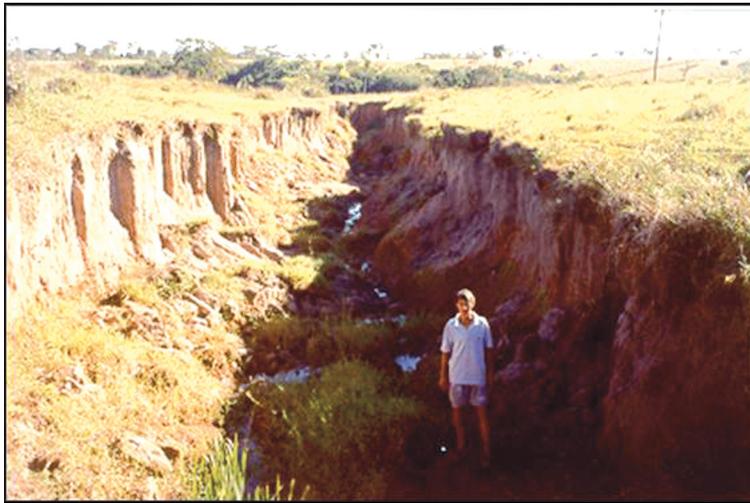


Figura 2 - Voçoroca. Município Palmeira D'Oeste/SP (Brasil) (RODRIGUES, 2007).

Tais ocorrências têm ocasionado pesado ônus à sociedade local, não só pela perda de recursos naturais e degradação das terras, que afetam o pequeno produtor local, mas também pelos grandes investimentos destinados ao controle desses fenômenos, muitas vezes sem sucesso pela falta de um melhor entendimento de seu comportamento atual.

Os processos verificados comprovam o rompimento do estado de equilíbrio da bacia hidrográfica e do geossistema, tornando-se necessária a identificação dos agentes responsáveis por tal rompimento e pela aceleração temporo-espacial de tais processos.

Desta forma, Rodrigues (2007), utilizando-se de imagens orbitais de 2005 e de fotointerpretação, realizada em fotografias aéreas pancromáticas em escala aproximada de 1:25:000, provenientes do levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo – 1962, verificou que os processos acima citados tratar-se-iam de eventos recentes, de ocorrência nas últimas quatro décadas, tendo em vista o estudo comparativo das organizações espaciais das redes de drenagem em 1962 e 2005.

A permanência das condições geossistêmicas nos últimos 40 anos permite afirmar que o rompimento do equilíbrio dinâmico do geossistema da área considerada não poderia ser explicado unicamente pelos elementos naturais.

Com base na classificação das terras, realizada segundo critérios adotados pelo Sistema de Capacidade de Uso, verificou-se que o uso e a ocupação agropastoril, empregados pelo sistema antrópico, se apresentam coerentes com os atributos dos elementos naturais, não sendo assim responsáveis diretos pela aceleração dos processos verificados.

Após o fim da década de 1960, os cursos de água pertencentes à área de estudo sofreram alterações por parte do sistema antrópico com a construção das usinas hidrelétricas de Três Irmãos e Ilha Solteira.

Tal informação permitiu a Perez Filho *et. al.* (2001) elaborar a hipótese de que os reservatórios de tais usinas, ao provocarem alterações significativas no nível de base local e modificações no nível do lençol freático, poderiam ser os responsáveis pelos processos erosivos identificados, uma vez que possuiriam capacidade de romper os limiares de resiliência do geossistema considerado.

As relações entre a reativação de processos erosivos a remontante e alterações no nível de base dos canais fluviais são conhecidas e discutidas desde, pelo menos, o final do século XIX, tal como no trabalho de Davis (1899), que trata da retomada de processos erosivos pela mudança no nível de base geral, dando início ao ciclo geomorfológico.

O modelo de pedimentação e pediplanação pressupõe a permanência e a generalização do nível de base. Desta forma, segundo Christofolletti (1979), qualquer ponto de um rio é considerado como nível de base para todos os demais pontos a montante.

Levando-se em consideração tais informações e tendo como base a teoria do equilíbrio dinâmico, a qual interpreta a paisagem como resultante do ajustamento dos elementos

em função da quantidade e variabilidade de matéria e energia que lhe são fornecidas, podemos apontar para o fato de que alterações no nível de base local também sejam capazes de reativar os processos geomorfológicos citados acima.

Com base em cálculos estatísticos e utilizando-se de 44 amostras circulares de 10km<sup>2</sup> de diâmetro cada, Rodrigues (2007) realizou análises temporais em mosaicos de fotografias aéreas de 1962 e em imagens orbitais de 2005 (Figuras 3 e 4).

### Rede de Drenagem 1962

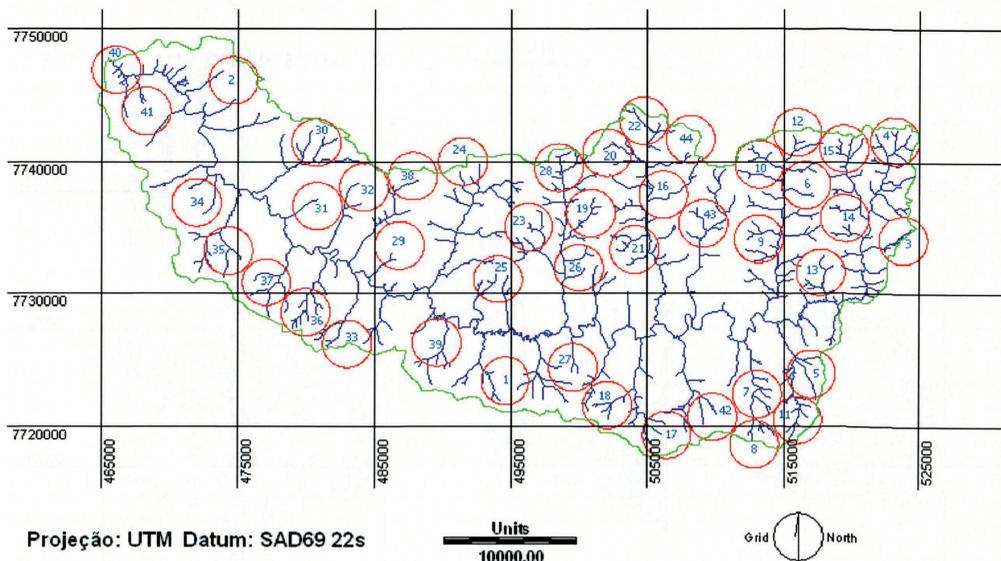


Figura 3 - Análise com amostras circulares da rede de drenagem de 1962 – Período anterior à construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas em estudo. (RODRIGUES, 2007)

### Rede de Drenagem 2005

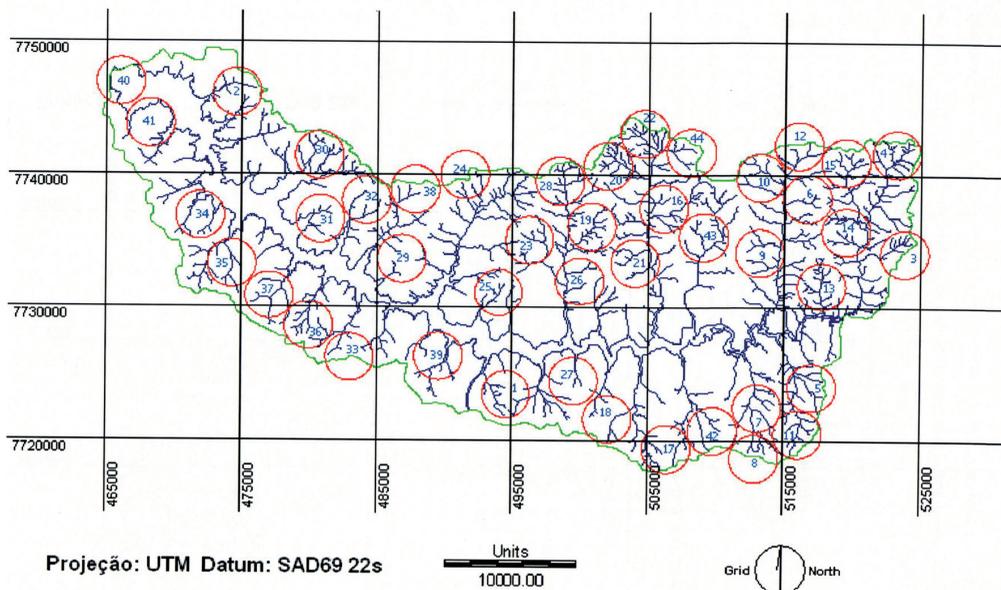


Figura 4 - Análise com amostras circulares da rede de drenagem de 2005 – Período posterior à construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas em estudo. (RODRIGUES, 2007)

As Figuras 3 e 4 demonstram aumentos significativos do número e do comprimento de canais de primeira ordem nos anos posteriores à construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas mencionadas, confirmando assim a hipótese formulada.

### **Alterações na escala temporal dos eventos naturais provocadas pela ação antrópica em áreas de solos arenosos**

Os Neossolos Quartzarênicos, solos pobres em nutrientes e que possuem menos de 15% de minerais da fração argila em sua composição textural, estão relacionados no Estado de São Paulo aos arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu (Mesozoico da Bacia do Paraná), ocorrendo também sobre arenitos do Grupo Bauru que datam do Cretáceo.

O sistema antrópico, pelo uso e ocupação das terras, ao retirar a cobertura vegetal natural, expõe tais solos aos agentes erosivos, intensificando seus processos e alterando suas manifestações temporais e espaciais.

A degradação de tais terras pode ser verificada pela presença de feições erosivas tais como sulcos, ravinas e voçorocas, a exemplo do município de São Pedro (Figura 5).



Figura 5 – Erosão por voçoroca no município de São Pedro/SP. Foto: Quaresma e Perez Filho, 2006.

Por meio da Figura 5, podem ser percebidos problemas de ordem ambiental dos mais agravantes. A cobertura vegetal da área, original de Cerrado, foi gradualmente substituída por pastagens e posteriormente pela expansão urbana. O processo de uso e ocupação não levou em consideração as variáveis geossistêmicas que caracterizam tais terras como de fragilidade acentuada. Desta forma, a ação antrópica, agindo sobre o geossistema, possibilitou a intensificação de processos erosivos, que resultaram em voçoroca com mais de 20m de profundidade.

Essas transformações tiveram sua dinâmica acelerada a partir da década de 70, trazendo consequentes mudanças na dinâmica do canal fluvial, passando do tipo retilíneo para anastomosado, haja vista a multiplicação de canais pequenos, rasos e desordenados devido à deposição da carga sedimentar ao longo do leito, tendo em vista o baixo poder de transporte do rio. Tais trechos anastomosados localizam-se ao longo do canal fluvial, permanecendo à jusante e a montante um único canal. A formação de patamares aplainados de largura variável, limitados por uma pequena escarpa em direção ao curso de água está presente no médio curso da Bacia do Córrego Tucum. Tais patamares não se dispõem de modo semelhante ao longo do canal fluvial, refletindo um deslocamento do entalhe do canal principal em direção a uma das bordas das vertentes laterais.

Outro processo de degradação das terras existente em áreas de solos arenosos trata-se da formação de desertos antrópicos.

De modo geral, são paisagens que se formam sobre unidades litológicas frágeis em áreas com baixas declividades, tais como aquelas que apresentam como substrato a Formação Botucatu, de origem eólica em ambiente desértico (Juro-Triássico do Mesozoico). Sobre tal substrato verifica-se a presença de depósitos de sedimentos não consolidados de textura predominantemente arenosa, originados *in situ* ou resultante de deposições hídricas e/ou eólicas.

A conceituação de deserto antrópico está relacionada a terras derivadas de paleoambiente semiárido ou semiúmido, que mais recentemente sofreram processos de retomada das condições de clima úmido, porém insuficientes para mascarar os vestígios da paisagem pretérita.

Deste modo, o termo desertificação antrópica trata-se do fenômeno de reconstituição de paisagens desérticas sem necessidades de alterações climáticas, mas derivadas dos *inputs* da ação antrópica sobre os geossistemas por meio do uso e ocupação das terras.

Assim, a constituição da paisagem desértica com base exclusiva nos elementos naturais se manifestaria graças a alterações climáticas, para o que seria necessário um longo período de tempo, que só poderia ser enquadrado na escala de tempo da natureza.

O sistema antrópico provoca alteração na paisagem semelhante ao clima, ao expor os solos pela remoção da cobertura vegetal, porém em curto período de tempo (escala

de tempo histórica do homem e presente), graças ao seu potencial de transformação (Figura 6).



*Figura 6 – Desertificação antrópica no Brasil Central. Fonte: Arquivo pessoal.*

A formação dos desertos antrópicos em terras ocupadas, ou que já o foram, por vegetação de Cerrado no Estado de São Paulo e Brasil Central trata-se do manejo inadequado de tais sistemas que intensifica a morfodinâmica atual.

Quaresma e Perez Filho (2006) realizaram medições de temperatura de solos arenosos recobertos ou que já o foram por diferentes fisionomias de Cerrado no Estado de São Paulo, tendo observado que houve o dobro de variação de temperatura diuturna nas camadas superficiais dos solos arenosos expostos, em relação aos solos de composições texturais semelhantes, mas cuja cobertura vegetal fora preservada.

Tais autores concluíram que a transformação da cobertura vegetal natural provoca aumento das variações de temperatura nos 20cm superficiais dos solos arenosos, constituindo-se outro fator agravante à formação e à ampliação dos desertos antrópicos.

Isso se explica pelas alterações nas condições do ambiente germinativo de sementes do Cerrado (cerca de 30%), dificultando a regeneração e a fixação da vegetação original e facilitando a mobilização do material friável

(areia fina) pela ação eólica e pelo escoamento superficial das águas. A aceleração dos processos naturais devido à ação antrópica reafirma o homem como importante agente geomorfológico.

### **Considerações finais**

Estudos geomorfológicos, que buscam compreender processos e formas da superfície terrestre resultantes destes, devem considerar pelo menos quatro tipos de escalas temporais. Tais escalas não se manifestam de maneira estanque e/ou linear, portanto, não se deve pensar que no momento em que uma começa a outra termina, mas sim que, em muitas situações, ocorre coexistência das mesmas.

O sistema antrópico, por meio do uso e ocupação das terras, ao acelerar processos geomorfológicos, permite a ocorrência rápida de fenômenos que se manifestariam em longo período de tempo, caso fossem resultantes exclusivamente de processos naturais.

Assim, processos e formas que se manifestariam na escala do tempo da natureza, passam a ocorrer nas escalas do tempo histórico e presente, possibilitando que alguns

pesquisadores, ao observarem as formas com que o homem tem interferido na dinâmica natural da Terra, defendam a ideia de, no tempo presente, ocorrerem processos geomorfológicos com gênese antrópica e um novo período denominado Quinário.

A influência da construção de represas de usinas hidrelétricas na reativação de processos erosivos e no aumento de número e comprimento de canais de primeira ordem em bacias hidrográficas demonstra que novas formas de uso e ocupação antrópicas devem ser consideradas por estudos geomorfológicos.

Por fim, a reconstituição de paisagens desérticas sem necessidades de alterações climáticas, mas derivada dos *inputs* do sistema antrópico sobre os geossistemas (desertificação antrópica), comprova que o sistema antrópico se constitui em um subsistema importante à criação e ao entendimento de processos e formas geomorfológicas.

### Referências Bibliográficas

- CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. **Modelos físicos e de informação em geografia**. São Paulo: Edusp, 270p, 1975.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise de sistemas em geografia. São Paulo: Hucitec/Edusp, 106p, 1979.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Geographical Journal**, London, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.
- PEREZ FILHO, A.; SOARES, P. R. de B.; ESPINDOLA, C. R. Processos erosivos e reativação de canais de drenagem no planalto ocidental paulista. In: **Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada**, 9, 2001, Recife. Anais... Recife: Universidade Federal de Pernambuco. P. 84-85, 2001.
- QUARESMA, C. C. **Organizações espaciais físico/naturais e fragilidades de terras sob Cerrado: abordagem sistêmica aplicada à escala local**. 2008. 138f. (Dissertação de mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.
- QUARESMA, C. C.; PEREZ FILHO, A. Fragilidade de terras ocupadas por savana no território paulista – SP. **Rev. Associação Portuguesa de Geomorfologia**. Lisboa, v. 3, p. 245-250, 2006.
- RICHTA, R. **Economia socialista e revolução tecnológica**. Trad. de Gisele Viana Konder. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.
- RODRIGUES, T. R. I. **Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do Rio São José dos Dourados (SP)**. 2006. 218f. (Tese de doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 384p, 2002.
- SUERTEGARAY, D. M. A. **A trajetória da natureza: Um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí/RS**. 1987. 243f. (Tese de doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.